

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Attorney Docket No.: 40296-0004

Applicant: Su Ock CHUNG

Confirmation No.:

Appl. No.: Unassigned

Examiner: Unassigned

Filing Date: June 30, 2003

Art Unit: Unassigned

Title: METHOD FOR FABRICATING SEMICONDUCTOR DEVICE

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

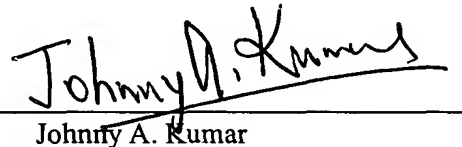
The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed. In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

Korean Patent Application No. 10-2002-0088156 filed December 31, 2002

Respectfully submitted,

Date: June 30, 2003

By


Johnny A. Kumar

HELLER EHRMAN WHITE &
MCAULIFFE
1666 K Street, N.W., Suite 300
Washington, DC 20006
Telephone: (202) 912-2000
Facsimile: (202) 912-2020

Attorney for Applicant
Registration No. 34,649
Customer No. 26633



26633

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0088156
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 31일
Date of Application DEC 31, 2002

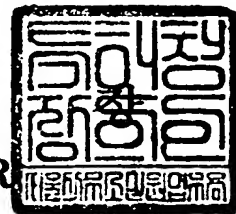
출원인 : 주식회사 하이닉스반도체
Applicant(s) Hynix Semiconductor Inc.



2003 년 05 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서		
【권리구분】	특허		
【수신처】	특허청장		
【참조번호】	0023		
【제출일자】	2002. 12. 31		
【국제특허분류】	H01L		
【발명의 명칭】	반도체소자의 제조방법		
【발명의 영문명칭】	METHOD FOR FABRICATING OF SEMICONDUCTOR DEVICE		
【출원인】			
【명칭】	주식회사 하이닉스반도체		
【출원인코드】	1-1998-004569-8		
【대리인】			
【성명】	이후동		
【대리인코드】	9-1998-000649-0		
【포괄위임등록번호】	1999-058167-2		
【대리인】			
【성명】	이정훈		
【대리인코드】	9-1998-000350-5		
【포괄위임등록번호】	1999-054155-9		
【발명자】			
【성명의 국문표기】	정수옥		
【성명의 영문표기】	CHUNG, Su Ock		
【주민등록번호】	700710-1654212		
【우편번호】	137-948		
【주소】	서울특별시 서초구 잠원동 동아아파트 103동 1302호		
【국적】	KR		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대 리인 이후 동 (인) 대리인 이정훈 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	14	면	29,000 원
【가산출원료】	0	면	0 원

1020020088156

출력 일자: 2003/5/23

【우선권주장료】	0	건	0	원
【심사청구료】	0	항	0	원
【합계】	29,000			원
【첨부서류】	1.	요약서·명세서(도면)_1통		

【요약서】

【요약】

본 발명은 반도체소자의 제조방법에 관한 것으로서, 특히 게이트전극 형성을 위한 하드마스크층을 산화막-질화막과 같은 다른 재질의 다층 절연막으로 형성하여 게이트전극 패터닝 후에도 일부가 남도록하여 후속 랜딩플러그 공정 뿐 아니라 비트라인이나 전하저장전극 콘택 형성등의 공정에서도 마스크절연막 패터닝이나 게이트전극 등의 하부막들을 보호하도록 하였으므로, 게이트전극의 단차를 감소시킬 수 있어 패터닝 공정이 용이하고, 할로 이온주입 슬로프를 증대시킬 수 있으며, 절연막 도포시 보이드 생성이 방지되고, 게이트 노출에 따른 다락이 방지도어 공정 수율 및 소자 동작의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

【대표도】

도 2c

【명세서】

【발명의 명칭】

반도체소자의 제조방법{METHOD FOR FABRICATING OF SEMICONDUCTOR DEVICE}

【도면의 간단한 설명】

도 1a 내지 도 1d는 종래 기술에 따른 반도체소자의 제조공정도.

도 2a 내지 도 2d는 본 발명에 따른 반도체소자의 제조공정도.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

10 : 반도체기판

12 : 게이트산화막

14 : 도전층

16, 30 : 하드마스크층

18 : 게이트전극

20 : 절연 스페이서

22 : 다결정실리콘층

24 : 콘택플러그

30-1 : 제1절화막

30-2 : 산화막

30-3 : 제2절화막

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<10> 본 발명은 반도체소자의 제조방법에 관한 것으로서, 특히 모스 전계효과 트랜지스터(Metal Oxide Semi conductor Field Effect Transistor; 이하 MOS FET라 칭함)의 게이트전극 보호를 위한 하드마스크층을 여러재질의 다층절연막으로 형성하여 후속 자기정렬 콘택(self align contact; 이하 SAC 라 칭함) 공정시 하드마스크층의 손실을 최소화하

여 게이트전극의 노출에 따른 단락 발생을 방지하여 공정수율 및 소자동작의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 반도체소자의 제조방법에 관한 것이다.

- <11> 최근의 반도체 장치의 고집적화 추세는 미세 패턴 형성 기술의 발전에 큰 영향을 받고 있으며, 반도체 장치의 제조 공정 중에서 식각 또는 이온주입 공정 등의 마스크로 매우 폭 넓게 사용되는 감광막 패턴의 미세화가 필수 요건이다.
- <12> 이러한 감광막 패턴의 분해능(R)은 감광막 자체의 재질이나 기판과의 접착력등과도 밀접한 연관이 있으나, 일차적으로는 사용되는 축소노광장치의 광원 파장(λ) 및 공정 변수(k)에 비례하고, 노광 장치의 렌즈 구경(numerical aperture; NA, 개구수)에 반비례한다.
- <13> [$R=k \cdot \lambda / NA$, ~R=해상도, ~ λ =광원의~파장, ~NA=개구수~]
- <14> 여기서 상기 축소노광장치의 광분해능을 향상시키기 위하여 광원의 파장을 감소시키게 되며, 예를들어 파장이 436 및 365nm인 G-라인 및 i-라인 축소노광장치는 공정 분해능이 라인/스페이스 패턴의 경우 각각 약 0.7, 0.5 μ m 정도가 한계이고, 0.5 μ m 이하의 미세 패턴을 형성하기 위해서는 이보다 파장이 더 작은 원자외선(deep ultra violet; DUV), 예를들어 파장이 248nm인 KrF 레이저나 193nm인 ArF 레이저를 광원으로 사용하는 노광 장치를 이용하여야 한다.
- <15> 또한 축소노광장치와는 별도로 공정 상의 방법으로는 노광마스크(photo mask)로서 위상반전마스크(phase shift mask)를 사용하는 방법이나, 이미지 콘트라스트를 향상시킬 수 있는 별도의 박막을 웨이퍼 상에 형성하는 씨.이.엘(contrast

enhancement layer; CEL) 방법이나, 두층의 감광막 사이에 에스.오.지(spin on glass; SOG)등의 중간층을 개재시킨 삼층레지스트(Tri layer resister; 이하 TLR이라 칭함) 방법 또는 감광막의 상층에 선택적으로 실리콘을 주입시키는 실리콘레이션 방법 등이 개발되어 분해능 한계치를 낮추고 있다.

<16> 또한 상하의 도전배선을 연결하는 콘택홀은 상기에서의 라인/스페이스 패턴에 비해 디자인룰이 더 크게 나타나는데, 소자가 고집적화 되어감에 따라 자체의 크기와 주변배선과의 간격이 감소되고, 콘택홀의 지름과 깊이의 비인 에스펙트비(aspect ratio)가 증가한다. 따라서, 다층의 도전배선을 구비하는 고집적 반도체소자에서는 콘택 형성 공정에서의 마스크들간의 정확하고 엄격한 정렬이 요구되어 공정여유도가 감소되거나, 여유가 전혀없이 공정을 진행하여야하는 어려움이 있다.

<17> 이러한 콘택홀은 홀간의 간격 유지를 위하여 마스크 정렬시의 오배열 여유 (misalignment tolerance), 노광공정시의 렌즈 왜곡(lens distortion), 마스크 제작 및 사진식각 공정시의 임계크기 변화(critical dimension variation), 마스크간의 정합(registration)등과 같은 요인들을 고려하여 마스크를 형성한다.

<18> 상기와 같은 콘택홀의 형성 방법으로는 직접 식각 방법과, 측벽 스페이서를 사용하는 방법 및 SAC 방법등이 있다.

<19> 상기에서 직접 식각방법과 측벽 스페이서 형성 방법은 현재의 재반 기술 수준에서 $0.3\mu\text{m}$ 이하의 디자인 룰을 갖는 소자 제조에는 사용할 수 없어 소자의 고집적화에 한계가 있다.

- <20> 또한 콘택홀 형성시 리소그래피(Lithography) 공정의 한계를 극복하기 위하여 고안된 SAC 방법은 식각장벽층으로 사용하는 물질에 따라 다결정실리콘층이나 질화막 또는 산화질화막등을 사용하는 것으로 나눌 수 있으며, 가장 유망한 것으로 질화막을 식각 방어막으로 사용하는 방법이 있다.
- <21> 도 1a 내지 도1d는 종래 기술에 따른 반도체소자의 제조공정도이다.
- <22> 먼저, 반도체기판(10)상에 게이트산화막(12)과 다결정실리콘이나 W등의 도전층(14)과 질화막 재질의 하드마스크층(16)을 순차적으로 형성한다. (도 1a 참조).
- <23> 그다음 상기 하드마스크층(16)상에 게이트 패터닝용 감광막 패턴(도시되지 않음)을 형성하고, 상기 감광막 패턴에 의해 노출되어있는 하드마스크층(16)과 도전층(14) 및 게이트산화막(12)을 순차적으로 제거하여 하드마스크층(16) 패턴과 중첩되어있는 게이트전극(18)을 형성한다. 이때 상기 하드마스크층(16)의 일부 두께가 제거 된다. (도 1b 참조).
- <24> 그후, 상기 게이트전극(18)과 하드마스크층(16) 패턴의 측벽에 절연 스페이서(20)를 형성한 후, 상기 구조의 전표면에 랜딩 플러그 콘택을 형성하기 위한 층간절연막(도시되지 않음)을 도포하고, 랜딩 플러그 콘택홀을 형성한 후, 상기 구조의 전표면에 랜딩 플러그가 되는 다결정실리콘층(22)을 도포한다. (도 1c 참조).
- <25> 그다음 상기 다결정실리콘층(22)을 화학기계적 연마(이하 CMP 라 칭함) 공정을 진행하여 콘택플러그(24)를 형성한다. 이때 상기 하드마스크층(16)의 일부 두께가 또 제거 된다. 이러한 하드마스크층(16)의 손상은 후속 비트라인 콘택이나 전하저장전극 콘택 형성 공정에서 게이트전극(18)을 충분히 보호하지 못할 수도 있다. (도 1d 참조).

<26> 상기와 같은 종래 기술에 따른 반도체소자의 제조방법은 랜딩 플러그 형성공정에서 하드마스크층이 모두 제거되고 그 하부의 마스크절연막 패턴이 손상되는데, 이는 후속 비트라인이나 전하저장전극 또는 금속 콘택 형성시에 다시 마스크절연막 패턴이 손상되면 그 하부의 게이트전극이 노출되어 배선간 단락이 발생할 수 있어 마스크절연막을 충분한 두께로 형성하여야하는데, 그 경우 게이트전극 패턴닝 공정시 단차가 증가되어 후속 공정을 더욱 어렵게하고 소자의 고집적화에 의해 게이트전극간 간격이 감소되어 랜딩 플러그 형성을 위한 절연막이 게이트전극들 사이를 제대로 메우지 못해 보이드가 발생할 수 있으며, CMP 공정 특성상 마스크절연막 패턴의 남아 있는 균일도가 떨어져 후속 공정시 불량 발생의 원인이 되는등 공정 수율 및 소자 동작의 신뢰성이 떨어지는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<27> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 게이트전극 패턴닝시 사용되는 하드마스크층을 다른 재질의 다층 적층 구조로 형성하여 게이트전극 패턴닝 후에도 일부가 남아 있도록하여 게이트전극의 상부가 마스크절연막 패턴에 의해 안정적으로 보호되도록하여 후속 공정에서 배선간 단락을 방지하고, 게이트전극 패턴닝시의 단차를 감소시켜 식각 공정을 용이하게 하며, 절연막의 보이드 발생을 방지하고, 콘택플러그 형성을 위한 CMP 공정시 패턴 균일도를 향상시켜 공정 수율 및 소자 동작의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 반도체소자의 제조방법을 제공함에 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<28> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 반도체소자 제조방법의 특징은,

- <29> 반도체기판상에 게이트절연막과, 도전층 및 하드마스크층을 순차적으로 형성하되 상기 하드마스크층은 여러 재질의 다층막으로 형성하는 공정과,
- <30> 상기 하드마스크층 이하 도전층까지를 게이트전극 패터닝 마스크를 사용한 사진 식각 공정으로 식각하여 하드마스크층 패턴과 중첩되어있는 도전층 패턴으로된 게이트전극을 형성하는 공정과,
- <31> 상기 패턴들의 측벽에 절연 스페이서를 형성하는 공정과,
- <32> 상기 구조의 전표면에 층간절연막을 형성하는 공정과,
- <33> 상기 층간 절연막을 랜딩 플러그 콘택 식각 마스크를 이용한 사진 식각 공정을 패터닝하여 랜딩플러그 콘택홀을 형성하는 공정과,
- <34> 상기 구조의 전표면에 랜딩 플러그 도전층을 형성하는 공정과,
- <35> 상기 랜딩 플러그 도전층을 CMP방법으로 평탄화하여 콘택홀을 메운 랜딩 플러그를 형성하는 공정을 구비함에 있다.
- <36> 또한 본 발명의 다른 특징은, 상기 하드마스크층은 질화막-산화막-질화막의 적층 구조인 것을 특징으로 한다.
- <37> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 반도체소자의 제조방법에 대하여 상세히 설명을 하기로 한다.
- <38> 도 2a 내지 도 2d는 본 발명에 따른 반도체소자의 제조공정도이다.
- <39> 먼저, 반도체기판(10)상에 게이트산화막(12)을 형성하고, 그 상부에 게이트전극이 되는 도전층(14)과 질화막 재질의 하드마스크층(30)을 순차적으로 형성한다. 여기서 상기 하드마스크층(30)은 플라즈마 유도 화학기상증착이나 저압 화학기상증착등의 방법으

로 형성되는 제1질화막(30-1), 산화막(30-2) 및 제2질화막(30-3)으로 구성되며, 상기 제2질화막(30-3)은 게이트 패터닝 및 랜딩 플러그 콘택홀 형성을 위한 SAC 에칭 공정시 배리어가 된다. (도 2a 참조).

<40> 그다음 상기 하드마스크층(30)상에 게이트 패터닝용 감광막 패턴(도시되지 않음)을 형성하고, 상기 감광막 패턴에 의해 노출되어있는 하드마스크층(30)과 도전층(14) 및 게이트산화막(12)을 순차적으로 제거하여 하드마스크층(30) 패턴과 중첩되어있는 게이트전극(18)을 형성한다. 이때 상기 하드마스크층(30)의 제2질화막(30-3)의 일부 두께가 제거된다. (도 2b 참조).

<41> 그후, 상기 게이트전극(18)과 하드마스크층(30) 패턴의 측벽에 산화막이나 질화막 또는 그 적층막으로된 절연 스페이서(20)를 형성한 후, 상기 구조의 전표면에 랜딩 플러그 콘택을 형성하기 위하여 식각장벽층과 층간절연막(도시되지 않음)을 도포하고, SAC 방법으로 랜딩 플러그 콘택홀을 형성한 후, 상기 구조의 전표면에 랜딩플러그가 되는 다결정실리콘층(22)을 도포한다. 여기서 상기 절연 스페이서(20) 형성 공정시 오버에치를 하므로 제2질화막(30-3)이 약간 제거되며, 콘택홀 오픈 공정시에는 상기 층간절연막이 산화막 재질이므로 제2질화막(30-3)은 약간만 제거된다. (도 2c 참조).

<42> 그다음 상기 다결정실리콘층(22)을 CMP 공정을 진행하여 평탄화시켜 콘택플러그(24)를 형성한다. 이때 상기 하드마스크층(30)의 제2질화막(30-3)이 전부 제거되고, 산화막(30-2)의 일부가 남게된다. 여기서 상기 산화막(30-2)의 남는 두께 정도는 CMP의 진행 공정 조건이나 시간등을 조절하여 결정할 수 있다. (도 2d 참조).

<43> 상기 하드마스크층(30)의 재질은 후속 공정에서 사용되는 층들에 따라 다결정실리콘, 산화질화막등 여러 가지 재질의 다양한 배합으로 변경하여 형성할 수 있다.

【발명의 효과】

<44> 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 따른 반도체소자의 제조방법은 게이트전극 형성을 위한 하드마스크층을 질화막-산화막-질화막과 같은 다른 재질의 다층 절연막으로 형성하여 게이트전극 패터닝 후에도 일부가 남도록하여 후속 랜딩플러그 공정 뿐 아니라 비트라인이나 전하저장전극 콘택 형성등의 공정에서도 마스크절연막 패터닝이나 게이트전극 등의 하부막들을 보호하도록 하였으므로, 게이트전극의 단차를 감소시킬 수 있어 패터닝 공정이 용이하고, 할로 이온주입 슬로프를 증대시킬 수 있으며, 절연막 도포시 보이드 생성이 방지되고, 게이트 노출에 따른 다락이 방지도어 공정 수율 및 소자 동작의 신뢰성을 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

반도체기판상에 게이트절연막과, 도전층 및 하드마스크층을 순차적으로 형성하되
상기 하드마스크층은 여러 재질의 다층막으로 형성하는 공정과,

상기 하드마스크층 이하 도전층까지를 게이트전극 패터닝 마스크를 사용한 사진
식각 공정으로 식각하여 하드마스크층 패턴과 중첩되어있는 도전층 패턴으로된 게이트전
극을 형성하는 공정과,

상기 패턴들의 측벽에 절연 스페이서를 형성하는 공정과,

상기 구조의 전표면에 층간절연막을 형성하는 공정과,

상기 층간 절연막을 랜딩 플러그 콘택 식각 마스크를 이용한 사진 식각 공정을 패
터닝하여 랜딩플러그 콘택홀을 형성하는 공정과,

상기 구조의 전표면에 랜딩 플러그 도전층을 형성하는 공정과,

상기 랜딩 플러그 도전층을 CMP방법으로 평탄화하여 콘택홀을 메운 랜딩 플러그를
형성하는 공정을 구비하는 반도체소자의 제조방법.

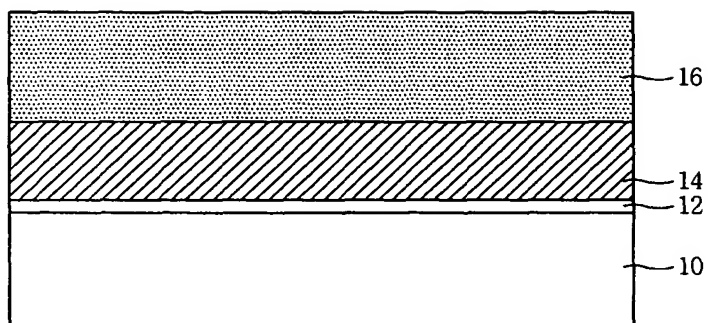
【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

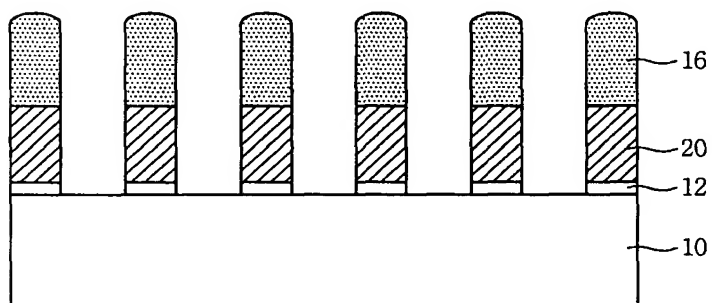
상기 하드마스크층은 질화막-산화막-질화막의 적층 구조인 것을 특징으로 하는 반
도체소자의 제조방법.

【도면】

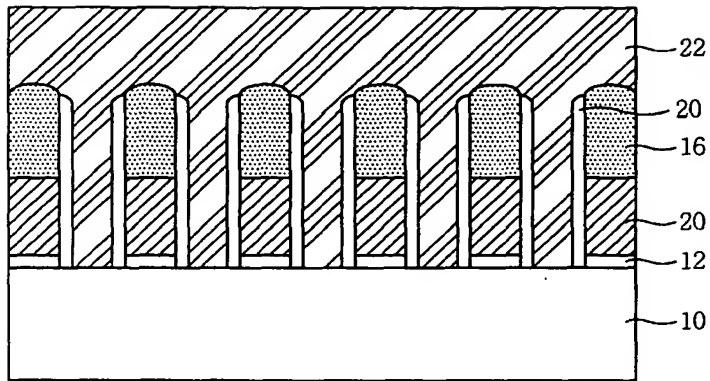
【도 1a】



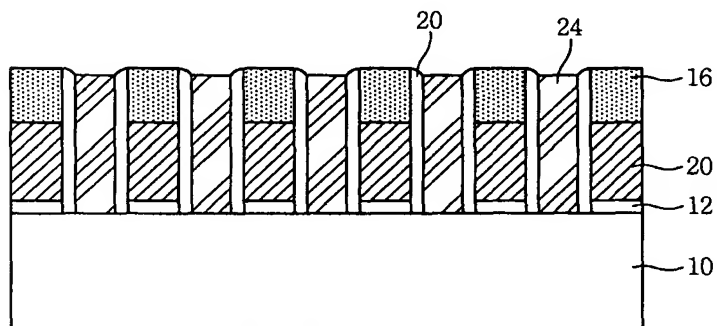
【도 1b】



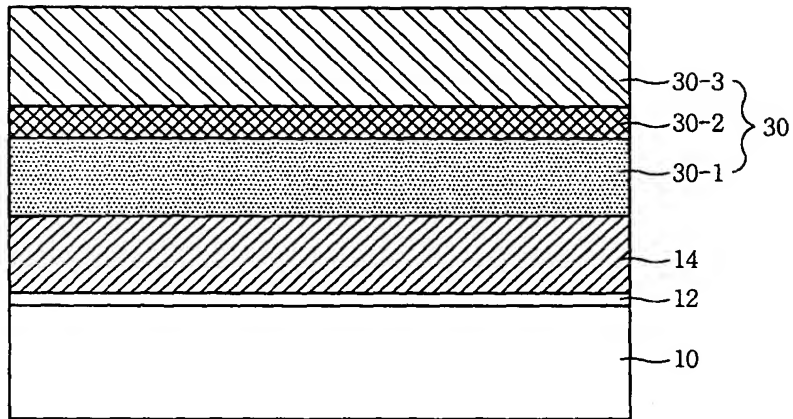
【도 1c】



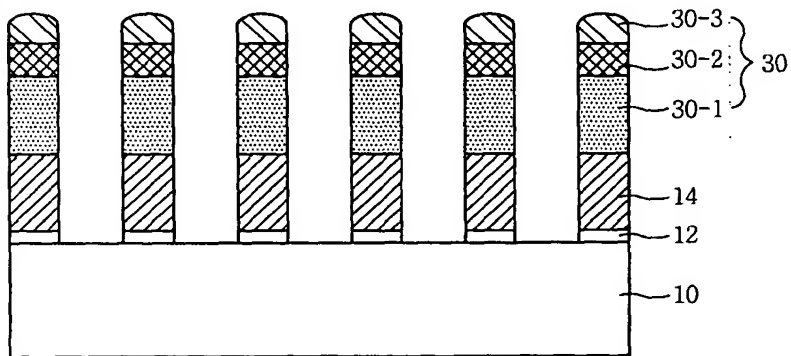
【도 1d】



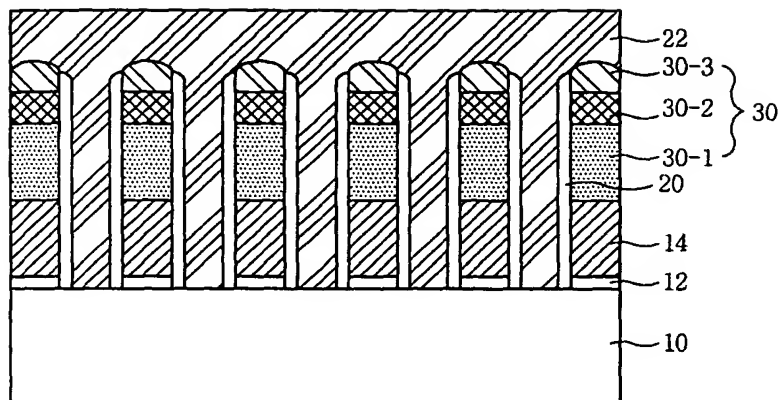
【도 2a】



【도 2b】



【도 2c】



【도 2d】

